

УДК 613.2:615.9:547-313

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ МИГРАЦИИ  
ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЛИЛАКТИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В МОДЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ, ИМИТИРУЮЩИЕ ПИЩЕВУЮ ПРОДУКЦИЮ,  
С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ**

**Осипова Т.С., Федоренко Е.В., Дроздова Е.В., Бондарук А.М., Щиганков В.Г.,  
Коломиец Н.Д., Чеботкова Д. В., Лебединская К.С., Дребенкова И.В.**

*Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии  
и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь*

**Реферат.** Проведена сравнительная оценка уровней миграции отдельных химических веществ из биоразлагаемых полилактидных материалов, в том числе композитных, в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию, с применением методических подходов, принятых в Республике Беларусь и Европейском союзе. Отмечено, что качественные и количественные характеристики уровней миграции отдельных химических веществ зависели от приемов моделирования условий контакта материала с пищевой продукцией. Полученные данные свидетельствуют о том, что более информативными и селективными в отношении ряда органических веществ и токсичных элементов проявили себя модельные среды, традиционно применяемые в Республике Беларусь. Указанное связано как с разнообразием пищевых имитаторов, так и с более агрегированными условиями моделирования контакта.

**Ключевые слова:** материалы, контактирующие с пищевой продукцией; моделирование санитарно-химических исследований; безопасность; полилактиды.

**Введение.** Безопасность пищевых продуктов напрямую связана с материалами, контактирующими с ними (далее – МКП). На протяжении своего жизненного цикла пищевая продукция в той или иной мере соприкасается с различными элементами производственно-го оборудования, инвентарем, упаковочным материалом, посудой и др., потенциальных источников различных химических веществ. Это обусловлено тем, что отдельные компоненты МКП посредством процессов миграции способны переходить в контактирующие с ним среды [1].

Под миграцией подразумевается процесс диффузии – перехода веществ из области с высокой концентрацией (поверхность материала, контактирующего с пищевой продукцией) в область с низкой концентрацией (пищевая продукция). Скорость и интенсивность миграции зависят от множества факторов, прежде всего от свойства самого материала – его химического состава, структуры, пористости и прочих параметров; от характеристик пищевого продукта – его кислотности, жирности, температуры, а также от площади и продолжительности контакта между ними [2; 3].

В зависимости от количества и природы мигрирующих в пищевую продукцию веществ, их поступление с рационом может представ-

лять опасность для здоровья потребителя. Именно поэтому безопасность МКП строго регламентирована во многих странах мира, основное требование – минимизация рисков, связанных с миграцией приоритетных химических веществ в контактирующую пищевую продукцию [4]. Однако реализация данного требования в различных странах осуществляется по-разному.

Стремительное увеличение полимерных отходов и истощение месторождений углеводородного сырья привели к поиску новых видов биоразлагаемых материалов [5]. В современных условиях одним из более перспективных таких материалов признан продукт конденсации молочной кислоты (полилактид), синтезируемый из возобновляемых ресурсов и способный к разложению в окружающей среде. Именно он лидер среди промышленно выпускаемых биоразлагаемых полимеров [6; 7]. Однако гигиенические аспекты безопасности полилактидов, используемых в качестве МКП, для здоровья человека в настоящее время изучены недостаточно.

**Цель исследования** заключалась в проведении сравнительного анализа методических подходов по оценке безопасности МКП, принятых в Республике Беларусь и Европейском союзе, и уровней миграции отдельных хими-

ческих веществ из биоразлагаемых полилактидных материалов в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию.

**Материалы и методы.** Учитывая общемировую тенденцию: отказ от использования некоторых полимерных изделий одноразового использования (в частности, фасовочных пакетов) в пользу биоразлагаемых материалов, в качестве объектов исследования применялись экспериментальные образцы полилактидных материалов (далее – ПЛ), в том числе модифицированные лигнином (далее – ПЛЛ) и углеволокном (далее – ПЛУ). Указанные материалы были предоставлены ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларусь» в виде пленок. Для их получения использовали промышленный полилактид марки 4043D фирмы «Nature Works LLC» (США). Моделирование условий контакта образцов с пищевой продукцией зависело от сферы его применения.

Таблица 1 – Методы исследования, применяемые при изучении миграции химических веществ из материалов, контактирующих с пищевой продукцией

№ п/п	Метод исследования	Определяемое вещество / химический элемент
1	ГОСТ 34174-2017 «Упаковка. Газохроматографическое определение содержания гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, акрилонитрила, н-пропанола, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопропилбензола, стирола, альфа-метилстирола в водных вытяжках»	ацетальдегид, ацетон, спирты: метиловый, изопропиловый
2	ГОСТ 31870-2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии»	свинец, кадмий, мышьяк, олово
3	ГОСТ 33446-2015 «Упаковка. Определение концентрации формальдегида в воде и модельных средах»	формальдегид

Согласно информации изготовителя, планируемая область использования включала упаковывание различных видов пищевых продуктов, в частности молочной, мясной и плодовоовощной (в том числе готовые блюда), для продолжительного хранения (более 3-х суток). В качестве сред при моделировании, принятом в Республике Беларусь, были использованы растворы: дистиллированная вода (среда № 1), 0,3 %-ная молочная кислота (среда № 2), 3 %-ная молочная кислота (среда № 3), 2 %-ная лимонная кислота (среда № 4), 5 %-ная поваренная соль (среда № 5), 2 %-ная уксусная кислота, содержащая 2 % поваренной соли (среда № 6), 1 %-ная уксусная кислота (среда № 7). Соотношение площади образца к объему модельной среды 2 : 1 см<sup>2</sup>/см<sup>3</sup>. Экспозиция – 10 суток (максимальная) при комнатной температуре (22 ± 2) °C.

При условиях моделирования, регламентированных в Европейском союзе, в качестве модельных сред использованы растворы: 10 %-ный этиловый спирт (среда № 8), 20 %-ный этиловый спирт (среда № 9), 50 %-ный этиловый спирт (среда № 10) и 3 %-ная уксусная кислота (среда № 11). Соотношение площади образца к объему модельной среды 6 : 10 (см<sup>2</sup>/см<sup>3</sup>). Экспозиция – 10 суток (максимальная) при комнатной температуре (22 ± 2) °C.

Для получения вытяжек образцы погружались в модельные среды и выдерживались до окончания экспозиции в герметично укупоренных стеклянных лабораторных емкостях.

С использованием инструментальных методов исследования, приведенных в табл. 1, в полученных растворах определялось содержание формальдегида, ацетальдегида, ацетона, изопропанола, метанола, свинца, кадмия, мышьяка и олова.

Оценка безопасности проводилась на соответствие допустимым количествам миграции (далее – ДКМ), установленным в нормативных актах [8; 9; 10].

**Результаты и их обсуждение.** Законодательными документами, регламентирующими требования гигиенической безопасности МКП на территории Республики Беларусь, установлены допустимые количества миграции определенного перечня приоритетных химических веществ, ассоциированных с конкретным наименованием полимерного материала (полиэтилен, полистирол, полипропилен и др.) [8]. В Европейском союзе (далее – ЕС) первоначальную оценку безопасности проходят сами соединения – потенциальные компоненты полимерных материалов, с последующим (при условии доказанной безопасности) их внесением в «Разрешенный список веществ ЕС»

(далее – Список), приведенный в Директиве ЕС 10/2011. Здесь же, при необходимости, указываются и ограничения по применению веществ (особые условия использования,

Ключевые отличия подходов моделирования условий взаимодействия МКП – пищевой продукт в Европейском союзе [9] и Республике Беларусь [8] отражены в табл. 2.

Таблица 2 – Подходы моделирования, применяемые в Республике Беларусь и Европейском союзе

Элемент моделирования	Республика Беларусь	Европейский союз
Соотношение площади материала к объему модельной среды	2 (см <sup>2</sup> ) : 1 (см <sup>3</sup> )	3 (см <sup>2</sup> ) : 5 (см <sup>3</sup> )
Модельные среды	дистиллированная вода 5 %-ный раствор поваренной соли 0,3 %-ный раствор молочной кислоты 3,0 %-ный раствор молочной кислоты 2 %-ный раствор лимонной кислоты 1 %-ный раствор уксусной кислоты 2 %-ный раствор уксусной кислоты, содержащий 2 % поваренной соли 20 %-ный раствор этилового спирта 40 %-ный раствор этилового спирта 96 %-ный раствор этилового спирта нерафинированное подсолнечное масло	10 %-ный раствор этилового спирта 3 %-ный уксусная кислота 20 %-ный раствор этилового спирта 50 %-ный раствор этилового спирта масло растительное
Модельная среда растительное масло	только для определения изменения кислотного числа	определение концентраций мигрировавших веществ
Возможность применения одной модельной среды	нет	да
Температурно-временные условия моделирования	с аггравацией (преувеличением)	без аггравации

чистота, допустимые количества миграции и др.). Только включенные в Список соединения могут быть использованы при производстве материалов, контактирующих с пищевой продукцией. Его регулярно пересматривают, изменяют или дополняют в соответствии с новыми научными данными о их безопасности [9].

Также существуют различия между национальными и европейскими подходами к моделированию условий контакта материала с пищевой продукцией по ряду качественных и количественных характеристик, и, в частности, по перечню используемых модельных сред. Европейское законодательство (Директива ЕС 1935/2004) [11] отдает предпочтение исследованию миграции химических веществ непосредственно в пищевой продукт, и только если указанное аналитически невозможно – применяются модельные среды, так как тестирование миграции из МКП официальной системой моделирования считается приблизительной. Законодательством, действующим в Республике Беларусь, испытания пищевой продукции на предмет миграции химических веществ из МКП не предусмотрены [12].

Выбор тех или иных модельных сред, согласно национальному законодательству, осуществляется согласно четко установленному в методических документах [12] перечню групп пищевой продукции и соответствующих им растворов пищевых имитаторов, а в ЕС – с учетом содержания жира в предполагаемых к контакту продуктах и их кислотности [13].

По результатам проведенных санитарно-химических исследований установлена миграция отдельных химических веществ из образцов полилактидов, в том числе модифицированных, в модельные среды, при этом количество обнаруженных соединений варьировало в зависимости от химических свойств модельных сред и способов моделирования условий контакта. Результаты миграции веществ из образца ПЛ представлены в табл. 3.

В результате проведенной серии экспериментов установлена миграция изопропанола, формальдегида, ацетальдегида, ацетона мышьяка и олова из образца ПЛ в модельные среды, используемые при моделировании, принятом в Республике Беларусь. Наличие изопропано-

Таблица 3 – Миграция химических веществ из образца ПЛ в модельные среды (мг/дм<sup>3</sup>)

Вещество (ДКМ)	Моделирование, принятное в										
	Республике Беларусь							Европейском Союзе			
	среда № 1	среда № 2	среда № 3	среда № 4	среда № 5	среда № 6	среда № 7	среда № 8	среда № 9	среда № 10	среда № 11
Метанол (0,2)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Изопропанол (0,1)	н.о.	0,05	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,09	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Формальдегид (0,1)	н.о.	н.о.	0,03	н.о.	н.о.	0,05	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Ацетальдегид (0,2)	н.о.	0,19	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Ацетон (0,1)	н.о.	н.о.	н.о.	0,09	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Свинец (0,03)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Кадмий (0,001)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Мышьяк (0,05)	н.о.	н.о.	0,01	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Олово (2,0)	н.о.	н.о.	0,033	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.

Примечание – «н.о.» – не обнаружено: меньше нижней границы диапазона измерений; в соответствии с методикой(-ами) нижняя граница диапазона измерений составляет: ацетальдегид, изопропанол, ацетон – 0,050 мг/дм<sup>3</sup>, метанол – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, формальдегид – 0,020 мг/дм<sup>3</sup>, свинец – 0,003 мг/дм<sup>3</sup>, мышьяк – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, олово – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, кадмий – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>.

ла в вытяжках на основе молочной и уксусной кислот может указывать на его применение в процессе производства полилактида, например в качестве экстрагента или растворителя. В вытяжках, полученных в результате моделирования, принятого в Европейском союзе, обсуждаемое вещество не обнаруживалось. Указанное может быть связано со сложностью его детекции в спиртовых модельных средах: на хроматограмме пики изопропанола и этанола сливаются, что затрудняет их разграничение и идентификацию.

По результатам миграции веществ из образца ПЛ выявлены иные закономерности (табл. 4).

моделирования, принятого в Республике Беларусь, а при европейском подходе обнаруживался только ацетальдегид в средах 10 %-ного этанола. Наличие метанола в вытяжках, полученных при моделировании, принятом на национальном уровне, может указывать на его миграцию из наполнителя – лигнина, входящего в состав образца за счет природного содержания его возможных прекурсоров (метоксильных групп). Однако в вытяжках, полученных в результате применения европейских подходов моделирования, метанол не обнаруживался. Указанное может быть обусловлено различным соотношением площади исследуе-

Таблица 4 – Миграция химических веществ из образца ПЛЛ в модельные среды (мг/дм<sup>3</sup>)

Вещество (ДКМ)	Моделирование, принятное в										
	Республике Беларусь							Европейском Союзе			
	среда № 1	среда № 2	среда № 3	среда № 4	среда № 5	среда № 6	среда № 7	среда № 8	среда № 9	среда № 10	среда № 11
Метанол (0,2)	н.о.	н.о.	н.о.	0,11	н.о.	0,18	0,14	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Изопропанол (0,1)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Формальдегид (0,1)	0,02	н.о.	0,026	0,042	н.о.	0,02	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Ацетальдегид (0,2)	н.о.	н.о.	0,17	0,09	н.о.	0,11	0,07	0,1	н.о.	н.о.	н.о.
Ацетон (0,1)	н.о.	н.о.	н.о.	0,19	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Свинец (0,03)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Кадмий (0,001)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Мышьяк (0,05)	н.о.	н.о.	0,015	н.о.	н.о.	0,006	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Олово (2,0)	н.о.	0,04	0,027	н.о.	н.о.	н.о.	0,012	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.

Примечание – «н.о.» – не обнаружено: меньше нижней границы диапазона измерений; в соответствии с методикой(-ами) нижняя граница диапазона измерений составляет: ацетальдегид, изопропанол, ацетон – 0,050 мг/дм<sup>3</sup>, метанол – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, формальдегид – 0,020 мг/дм<sup>3</sup>, свинец – 0,003 мг/дм<sup>3</sup>, мышьяк – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, олово – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, кадмий – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>.

Полученные данные свидетельствовали о наличии формальдегида, ацетальдегида, ацетона мышьяка и олова из образца ПЛЛ в вытяжках, полученных в результате моде-

мого образца к объему модельной среды, применяемые при моделировании условия контакта, в результате при европейском подходе одинаковое количество пищевых имитаторов

контактирует с более чем в три раза меньшей площадью образца, чем при национальном подходе. В результате уровни миграции изучаемых веществ могут оказаться ниже порога чувствительности применяемого метода измерений.

Результаты испытаний образца ПЛУ на предмет миграции химических веществ в модельные среды представлены в табл. 5.

лась в диапазоне от 0,09 мг/дм<sup>3</sup> до 0,19 мг/дм<sup>3</sup>. Следует отметить, что значения, полученные в вытяжках из образцов композитных пленок, превышали ДКМ, установленный не более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Указанное может являться предпосылкой к ограничению области применения модифицированных полилактидных материалов в части контакта с соответствующей пищевой продукцией (в частности плодовоощной).

Таблица 5 – Миграция химических веществ из образца ПЛУ, в модельные среды (мг/дм<sup>3</sup>)

Вещество (ДКМ)	Моделирование, принятое в									
	Европейском союзе							Европейском союзе		
	среда № 1	среда № 2	среда № 3	среда № 4	среда № 5	среда № 6	среда № 7	среда № 8	среда № 9	среда № 10
Метанол (0,2)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Изопропанол (0,1)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Формальдегид (0,1)	н.о.	0,039	0,035	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Ацетальдегид (0,2)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,1	0,09	н.о.	н.о.	0,08
Ацетон (0,1)	н.о.	н.о.	н.о.	0,12	н.о.	н.о.	0,06	н.о.	н.о.	н.о.
Свинец (0,03)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Кадмий (0,001)	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Мышьяк (0,05)	н.о.	н.о.	0,019	н.о.	н.о.	0,009	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Олово (2,0)	н.о.	н.о.	0,022	н.о.	н.о.	н.о.	0,018	н.о.	н.о.	н.о.

Примечание – «н.о.» – не обнаружено: меньшие нижней границы диапазона измерений; в соответствии с методикой(-ами) нижняя граница диапазона измерений составляет: ацетальдегид, изопропанол, ацетон – 0,050 мг/дм<sup>3</sup>, метанол – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, формальдегид – 0,020 мг/дм<sup>3</sup>, свинец – 0,003 мг/дм<sup>3</sup>, мышьяк – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, олово – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, кадмий – 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>.

По результатам испытаний установлено, что такие вещества как формальдегид, ацетальдегид, ацетон, мышьяк и олово из образца ПЛУ преимущественно мигрировали в модельные среды, полученные в результате моделирования, принятого в Республике Беларусь, за исключением ацетальдегида, обнаруженного и в вытяжке 50 %-ного этанола в количестве 0,08 мг/дм<sup>3</sup>.

Результаты исследований полилактидных материалов показали, что присутствие альдегидов (формальдегида и ацетальдегида) в исследованных вытяжках из образца ПЛ обнаруживалось только в средах, приготовленных на основе молочной кислоты, а миграция ацетальдегида из образцов ПЛЛ и ПЛУ наблюдалась как в растворе кислот, в том числе с добавлением поваренной соли, так и в спиртовых средах, причем полученные значения для ряда вытяжек находились в диапазоне (от 0,02 до 0,17 мг/дм<sup>3</sup>).

Миграция ацетона из образцов полилактидов, в том числе модифицированных, преобладала в 2 %-ную лимонную кислоту, и находи-

лась в диапазоне от 0,09 мг/дм<sup>3</sup> до 0,19 мг/дм<sup>3</sup>. Следует отметить, что значения, полученные в вытяжках из образцов композитных пленок, превышали ДКМ, установленный не более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Указанное может являться предпосылкой к ограничению области применения модифицированных полилактидных материалов в части контакта с соответствующей пищевой продукцией (в частности плодовоощной).

**Заключение.** Полученные в настоящем исследовании экспериментальные данные свидетельствуют о том, что регламентированные в Республике Беларусь подходы моделирования условий контакта пищевой продукции с материалами, предназначенными для контакта с ними, позволяют более полно оценить миграцию ряда химических веществ, по сравнению с моделированием, принятым в Европейском союзе. Это связано как с разнообразием модельных сред, способных более избирательно имитировать химические свойства отдельных групп пищевой продукции, так и с более агрессивными условиями проведения испытаний в части соотношения площади мате-

риала к объему контактирующих сред. Установлено, что биоразлагаемые полилактидные материалы (в том числе композитные), предназначенные для контакта с пищевой продукцией, могут явиться источником миграции в контактирующие с ним среды потенциально опасных для здоровья человека веществ (в том

числе формальдегида, ацетальдегида, метанола, изопропанола, ацетона, мышьяка и олова). Указанное обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований, основанных на оценке рисков здоровью потребителя, для целей последующей гигиенической регламентации таких материалов.

### Список цитированных источников

1. Бубен, Е.О. Катализаторы в процессах получения биоразлагаемых полимеров / Е.О. Бубен // Лучшая научная статья 2018 : сб. ст. XXII Междунар. науч.-исслед. конкурса, Пенза, 25 дек. 2018 г. / отв. ред. Г. Ю. Гуляев. – Пенза : Наука и Просвещение, 2018. – С. 13–16.
2. Prioritization before risk assessment: The viability of uncertain data on food contact materials / E.N. Pieke [et al.] // Regulatory Toxicology and Pharmacology. – 2018. – Vol. 97. – P. 134–143.
3. Эргардт, Р. В. Безопасность полимерной пищевой упаковки / Р. В. Эргардт, Л. Г. Коляда, Е. В. Тарасюк // Качество продукции, технологий и образования : материалы XIII Международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 30 марта 2018 г. – Магнитогорск, 2018. – С. 214–218.
4. Review and priority setting for substances that are listed without a specific migration limit in Table 1 of Annex 1 of Regulation 10/2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food / EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes and Processing Aids (CEP) [et al.] // EFSA Journal. – 2020. – Vol. 18, № 6. – P. e06124.
5. Perera, K.Y. Biopolymer-based sustainable food packaging materials: challenges, solutions, and applications / K.Y. Perera, A.K. Jaiswal, S.Jaiswal // Foods. – 2023. – Vol. 12, № 12. – P. 2422.
6. Jem, K.J. The development and challenges of poly (lactic acid) and poly (glycolic acid) / K.J. Jem, B. Tan // Advanced Industrial and Engineering Polymer Research. – 2020. – Vol. 3, № 2. – P. 60–70.
7. Stefaniak, K. Green Copolymers Based on Poly (Lactic Acid) – Short Review / K. Stefaniak, A. Masek // Materials. – 2021. – Vol. 14, № 18. – P. 5254.
8. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Республики Беларусь 25 января 2021 г. № 37. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037>. – Дата доступа: 07.05.2025.
9. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к миграции химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» и гигиенического норматива «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 30 дек. 2014 г. № 119. – Режим доступа: [http://minzdrav.gov.by/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-npa.php?ELEMENT\\_ID=23942](http://minzdrav.gov.by/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-npa.php?ELEMENT_ID=23942). – Дата доступа: 07.05.2025.
10. О безопасности упаковки : ТР ТС 005/2011 : срок действия с 01.07.2012. – URL: <https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/99f/TR-TS-Upakovka.pdf> (дата обращения: 22.05.2025)
11. Regulation (EC) No 1935/2004 of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 on materials and articles intended to come into contact with food and repealing Directives 80/590/EEC and 89/109/EEC [Electronic resource]. – Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32004R1935&qid=1617711352088>. – Date of access: 20.05.2025.
12. Инструкция 2.3.3.10-15-64-2005. Санитарно-химические исследования изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, контактирующих с пищевыми продуктами : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Респ. Беларусь 21.11.2005 № 184. – Минск, 2005. – 98 с.
13. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food [Electronic resource]. – Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0010-20200923&qid=1607416192315>. – Date of access: 20.05.2025.

### HYGIENIC ASSESSMENT OF MIGRATION LEVELS OF CERTAIN CHEMICAL SUBSTANCES FROM POLYLACTIDE MATERIALS INTO MODEL ENVIRONMENTS IMITATING FOOD PRODUCTS, USING DIFFERENT METHODOLOGICAL APPROACHES

Osipava T.S., Fedorenko E.V., Drazdova E.V., Bondaruk A.M., Tsygankov V.G.,  
Kolomiets N.D., Chebotkova D.V., Lebedinskaya K.S., Drebennkova I.V.

State institution «Republican Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health», Minsk, Belarus

A comparative assessment of migration levels of separate chemical substances from biodegradable polylactide materials, including composite ones, into model environments simulating food products using methodological approaches adopted in the Republic of Belarus and the European Union has been carried out. It was noted that qualitative and quantitative characteristics of migration levels of separate chemical substances depended on the methods of modeling the conditions of material contact with food products. The obtained data indicate that the modeling environments traditionally used in the Republic of Belarus were more informative and selective with respect to a number of organic substances and toxic elements. This is connected both with the variety of food simulants and more aggravated conditions of contact modeling.

**Keywords:** food contact materials; modeling of sanitary-chemical studies; safety; polylactides.